

Nuestra portada:

*Facsimil hecho a mano en 1872,  
del Mapa Mundi de Hereford  
(circa 1290)*

**Vol. XVIII - N.º 103  
Marzo-Abril  
2001**

DIRECTOR

**Carlos Barrueso Gómez**

✱

CONSEJO DE REDACCION:

Junta de Gobierno del Colegio  
Oficial de Ingenieros Técnicos  
en Topografía

✱

DIRECCION, REDACCION,  
ADMINISTRACION Y  
PUBLICIDAD

Avenida de la Reina  
Victoria, 66, 2.º C.  
28003 Madrid  
Teléfono 91 553 89 65  
Fax: 91 533 46 32

Depósito Legal: M-12.002-1984  
ISSN: 0212-9280

Título clave: TOPCART  
Topografía y Cartografía

Fotocomposición e impresión:  
ALBADALEJO, S.L.

Los trabajos publicados expresan sólo  
la opinión de los autores y la Revista  
no se hace responsable de su contenido.

Prohibida la reproducción parcial o total  
de los artículos sin previa autorización  
e indicación de su origen.

Esta revista ha sido impresa en papel  
ecológico

# TOPOGRAFIA y CARTOGRAFIA



TOPCART REVISTA DEL COLEGIO OFICIAL DE  
INGENIEROS TECNICOS EN TOPOGRAFIA

## Sumario

<b>Red Nacional de Estaciones de Referencia GPS (ERGPS)</b> José A. Sánchez Sobrino, Miguel A. Cano Villaverde, Juan F. Prieto Morín, Rafael Quirós Donate y Marcelino Valdés Pérez de Vargas	<b>3</b>
<b>Reseña sobre el estado actual de las señales pertenecientes a la Red de Nivelación de Alta Precisión</b> Juan José Ruiz Lendinez y Elidia Beatriz Blázquez Parra	<b>8</b>
<b>Análisis de las ortoimágenes SPOT-P e IRS-P como fuente de información para la identificación de las vías de baja densidad de tráfico. Caso particular de la Sierra de Ancares (Lugo-España)</b> Mª Luz Gil Docampo, Ignacio Cañas Guerrero y Julián Armesto González	<b>12</b>
<b>Cartografía Catastral: Presente y futuro</b> Fernando Serrano Martínez	<b>19</b>
<b>La calidad de la vía en las redes ferroviarias. Aspectos geométricos y topográficos</b> Alonso Sánchez Ríos	<b>23</b>
<b>Datum y Red Geodésica europeos modernos</b> Jaroslav Simek y Jan Kostecky	<b>30</b>
<b>Aplicación de las Técnicas de Estimación Robusta en algunos problemas fotogramétricos: (I) Detección de Errores en el Proceso de Orientación Relativa Analítica</b> Ana Mª Domingo Preciado	<b>41</b>
<b>Declaración conjunta ONU-FIG de Bathurst sobre Gestión del Territorio para un Desarrollo Sostenible: Un reto para los topógrafos (y II)</b> Ian Williamson y Dont Grant	<b>48</b>
<b>Los sistemas GPS+GLONASS</b> Fernando Sahuquillo	<b>56</b>
<b>Novedades Técnicas</b>	<b>62</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>66</b>
<b>Vida Profesional</b>	<b>70</b>
<b>Índice Comercial</b>	<b>79</b>

# Red Nacional de Estaciones de Referencia GPS (ERGPS)

José A. Sánchez Sobrino, Miguel A. Cano Villaverde, Juan F. Prieto Morín, Rafael Quirós Donate y Marcelino Valdés Pérez de Vargas

ÁREA DE GEODESIA

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL

## Resumen

*El Instituto Geográfico Nacional, por medio del Área de Geodesia, está llevando a cabo el establecimiento de una Red de Estaciones Permanentes GPS que permitan obtener coordenadas muy precisas, así como sus campos de velocidades en un Sistema de Referencia Global (ITRFxx). Dichas estaciones pertenecen a la Red de Estaciones Permanentes de EUREF (EUropean REference Frame) y constituyen el orden cero de la Geodesia Española.*

## I. INTRODUCCION

La comunidad geodésica internacional, consciente de la importancia de la definición de un Marco de Referencia Global debido al uso masivo del GPS, creó en 1991 el *International GPS Service for Geodynamics* (IGS). Desde entonces, 236 estaciones permanentes de GPS están operando de forma continua, con receptores de doble frecuencia. Entre los objetivos fundamentales de estas estaciones podemos citar:

- Mejora, extensión y definición del Marco de Referencia Terrestre Internacional (ITRF).
- Estudio de la Geodinámica Terrestre.
- Determinación de las variaciones de rotación terrestre y coordenadas del polo.
- Cálculo y distribución de efemérides precisas de los satélites GPS.

La subcomisión del IAG en Europa, EUREF, fue la que, teniendo en cuenta el crecimiento de estaciones permanentes GPS, decidió tomar el control de las mismas, formando una densificación de la red global del IGS en el continente europeo, y dentro de la cual están operando actualmente cerca de 100 estaciones.

La organización y administración de las estaciones permanentes de EUREF está dividida en:

- *Centros operacionales (OC)*. Mantienen las estaciones, recogen los datos, los chequea y valida, pasa los datos a RINEX, los comprime y los manda al centro de datos.

- *Centros locales de datos (LDC)*. Almacena los datos de una red local y distribuye éstos a los distintos usuarios.
- *Centro regional de datos (RDC)*. Almacena los datos de todas las estaciones EUREF e incluso del IGS.
- *Centros de análisis locales (LAC)*. Calculan subredes europeas. Actualmente hay 10 LAC en Europa.
- *Centro de análisis regional (RAC)*. Coordina el cálculo global, combinando y uniendo las diferentes subredes de los LAC, ofreciendo



**Figura 1. Estaciones permanentes EUREF (enero 2000).**



**Figura 2. EPGPS Almería (ALME).**



**Figura 3. EPGPS de Alicante (ALAC).**



**Figura 4. EPGPS de Yebes (YEBE).**

resultados semanales en formato SINEX. Actualmente esta labor la desempeña el Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (Alemania).

## 2. RED NACIONAL DE ESTACIONES DE REFERENCIA GPS (ERGPS)

El Instituto Geográfico Nacional, consciente de la importancia del establecimiento de una red de Estaciones Permanentes GPS que cubriera regularmente el territorio nacional, empezó en 1997 a plantearse el proyecto, realizando las pruebas pertinentes e instalando la primera de ellas en un punto clave para el Datum nacional, como es el Mareógrafo del Puerto de Alicante. Fue en marzo de 1998 cuando quedó definitivamente instalada, disponiendo de registros continuos de datos desde abril del mismo año. En 1999 fue integrada definitivamente en la red EUREF (código ALAC). En el mismo año, 1998, fue instalada la segunda de las estaciones en el mareógrafo del Puerto de A Coruña, con datos continuos desde enero de 1999. Fue integrada en EUREF en septiembre de ese año con el código ACOR.

A lo largo de 1999 tres estaciones más fueron instaladas en la geografía española: Observatorio Astronómico de Yebes (YEBE), en Guadalajara, en mayo; Observatorio Geofísico de Almería (ALME) y Escuela Superior de Geodesia, Topografía y Cartografía de la Universidad Politécnica de Valencia (VALE), en diciembre.

La unión de la estación permanente de Yebes al radiotelescopio mediante observaciones geodésicas de alta precisión posibilita transferir las observaciones VLBI (*Very Long Baseline Interferometry*) del radiotelescopio a los datos GPS de la estación, constituyendo esta estación el núcleo de la red ERGPS.

Tres estaciones más han sido instaladas a principios del año 2000: en la Escuela Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Santander (CANT), en marzo; en el Observatorio Geofísico de Málaga (MALA), en abril y en el Instituto Oceanográfico de Palma de Mallorca (MALL), en mayo. En el 2001 se han instalado tres más; las de Cáceres (CACE), Sonseca (SONS), La Rioja (RIOJ) y La Palma (PALM), lo que hacen un total de 12 estaciones. El proceso de instalación de estaciones continuará a lo largo del año con previsiones de establecimiento en Ceuta, Zaragoza, León y Huelva, esperando llegar a la quincena de estaciones a finales del 2001.

Además de las del IGN, otras estaciones de otros organismos pertenecen a EUREF dentro del territorio español: 5 en Cataluña (ICC), San Fernando en Cádiz (ROA) y Villafraña en Madrid (ESA).

## 3. OBJETIVOS DE ERGPS

Los objetivos fundamentales que se persiguen con la red ERGPS son:

- La obtención de coordenadas muy precisas y campo de velocidades en todos los puntos de la red, con el objetivo de constituir el orden cero de la geodesia española.
- Contribución a la definición de los nuevos Sistemas de Referencia Globales (ITRFxx) en el territorio nacional.
- Constituir parte de la Red Europea EUREF de estaciones permanentes y, por tanto, el sustento de su marco de referencia (European Reference Frame).
- Utilización de los registros de datos con fines geodinámicos fundamentalmente, pero también en otros proyectos en los que sea necesario el registro de datos continuos: estudios sobre nivel medio del mar; estudio de la ionosfera, troposfera, etc.



**Figura 5. Estaciones Permanentes en España y Portugal.**

- Proporcionar a los usuarios de GPS, públicamente, los datos para trabajos cartográficos, topográficos, geodésicos y de posicionamiento en general, en los que se requiera un modo de trabajo en GPS diferencial de precisión.

#### 4. INSTALACIÓN Y MONUMENTACIÓN

Los receptores utilizados hasta el momento reciben portadoras de fase L1 y L2 de forma completa, así como sus respectivos códigos C/A y P.

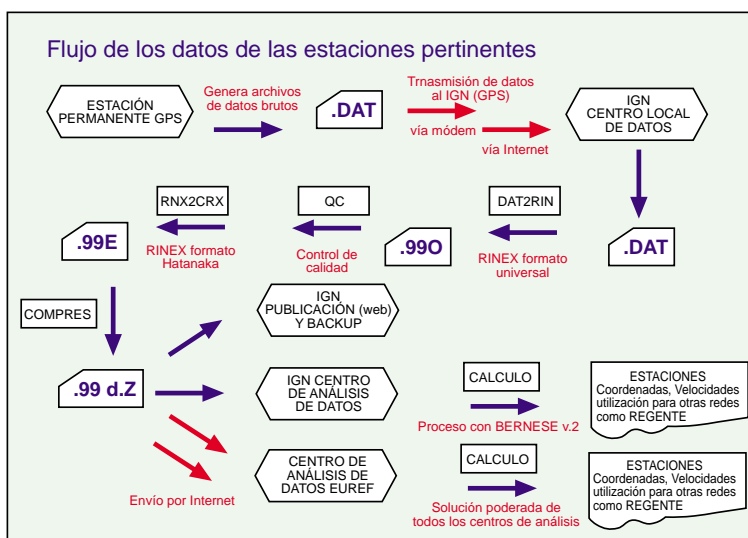
Previamente a la instalación de una estación permanente, se comprueba que la estructura sobre la que se va a asentar sea perfectamente estable, sin deformaciones posibles y geológicamente estable. También es necesario comprobar la ausencia de emisiones radioeléctricas importantes que distorsionen la señal, en especial la L2, así como asegurarse de un horizonte GPS despejado.

La monumentación ha sido desarrollada por el Servicio de Programas Geodésicos del IGN. Consta de señales niveladas con nivelación de alta precisión sobre zócalos de hormigón. Sobre este zócalo de hormigón está montada una torre soporte para la antena, montada perfectamente vertical y con unas deformaciones por temperatura y viento controladas y estudiadas.

El equipo se completa con un estabilizador de corriente o unidad UPS, PC, módem para transmisión de datos (vía Internet o telefónica) y demás elementos accesorios.

#### 5. FLUJO DE LOS DATOS

Los ficheros generados por las EPGPS se almacenan diariamente y son transmitidos a los Servicios Centrales del IGN en Madrid (Centro Local



**Figura 6. Flujo de los datos.**





**Figura 7. Red de proceso de datos del IGN.**

de Datos EUREF) de manera automática, utilizando la red Internet, preferiblemente, o bien mediante línea telefónica. En cualquier caso, ambas opciones están disponibles en todas las estaciones.

El IGN procesa los ficheros brutos, pasando a formato RINEX, analiza su calidad (*Quality Check*) y prepara los correspondientes subproductos para su distribución y para sí mismo, dentro de su propia fase de análisis.

Los datos son también enviados de forma automática, vía Internet, al Centro Regional de Datos EUREF en Frankfurt (Institute for Applied Geodesy, IfAG), para su disposición pública ([www.igs.ifag.de](http://www.igs.ifag.de)). Los distintos Centros de Análisis Locales reúnen los datos de las distintas estaciones para obtener los cálculos en "red libre" de las subredes asignadas, ofreciendo resultados semanales al Centro Coordinador, el cual se encarga de dar una solución ponderada semanal, efectuando los constreñimientos oportunos.

Estos datos próximamente estarán disponibles en una base de datos accesible desde una página web del Área de Geodesia del IGN, conjuntamente con otros productos.

## 6. PROCESAMIENTO DE LOS DATOS EN EL IGN

En la fase final del proceso, el Área de Geodesia también procesa y calcula los datos de sus estaciones permanentes. El objetivo final es que el IGN se convierta en Centro de Análisis Local, mediante la aportación a EUREF de una solución de subred ibérica.

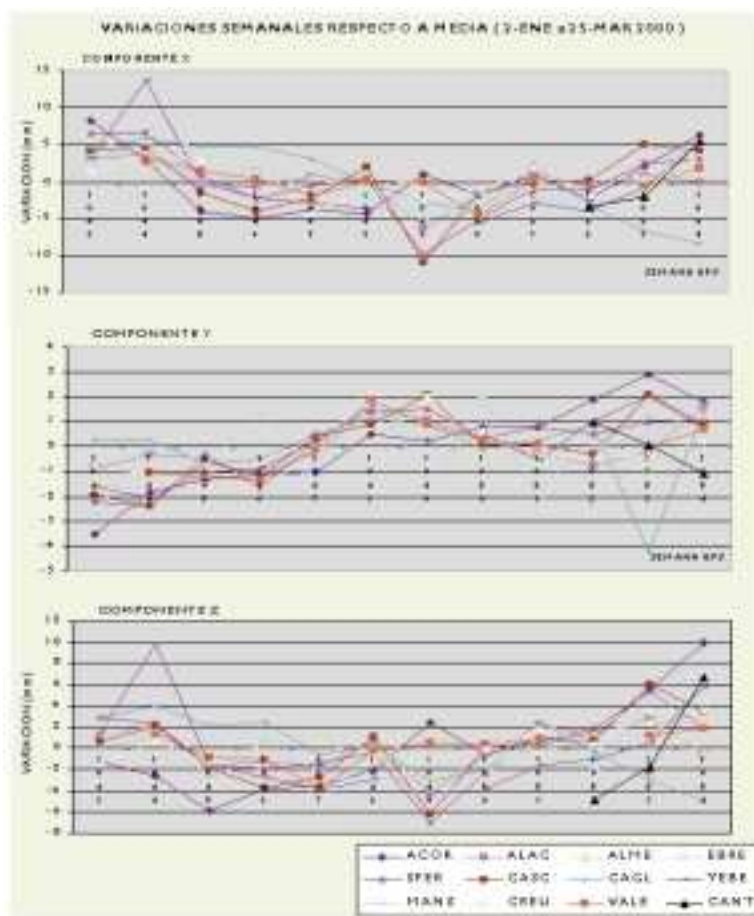
Actualmente se está haciendo el proceso de forma automática con el software Bernese 4.2 (Bernese Processing Engine, BPE), de la Universidad de Berna, con resultados muy satisfactorios. Este software es utilizado por 9 de los 12 centros de análisis.

Siguiendo las recomendaciones del Centro Coordinador, se calcula con un intervalo de datos de 180 segundos (aunque la toma de datos sea cada 30), estimación de parámetros troposféricos cada dos horas y resolución de ambigüedades con el algoritmo QIF (*Quasy Ionosphere Free*), obteniendo soluciones diarias y semanales mediante la combinación y resolución de ecuaciones normales.

Aunque la aportación a EUREF se hace con una solución de "red libre", el IGN actualmente está procesando una red ibérica, para su propio análisis, una solución constreñida a tres estaciones significativas del IGS: Villafraña (Madrid), Wettzell (Alemania) y Matera (Italia).

## 7. REFERENCIAS

- Royal Observatory of Belgium (2000). "The EUREF Permanent GPS Network". [www.oma.be/euref](http://www.oma.be/euref).
- M.A.Cano Villaverde, J.F. Prieto Morín, R. Quirós Donate, J.A. Sánchez Sobrino, M. Valdés Pérez de Vargas (2000). "Red GPS Fiduciaria Nacional de España". II Asamblea Hispano-portuguesa de Geodesia y Geofísica. ■



**Figura 8. Variaciones semanales en las coordenadas respecto a la media (ene, feb y mar 2000).**